

補助事業番号 2018M-149

補助事業名 平成30年度 人間工学に基づく泥かき運搬車の開発 補助事業

補助事業者名 大分大学 工学部 阿部功

## 1 研究の概要

本事業では、人間工学に基づく泥かき運搬車の開発目標を設定し、泥かきの部分以外の泥運搬車の開発を行った。この泥運搬車は下記①～⑥の特徴を有している。

- ①運搬車の全部品を60 Lのバックパックに入れることができる。
- ②土のう袋を運搬車に設置することができる。
- ③泥挿入時に容易に運搬車の固定ができ横転しにくい。
- ④段差200 mmを容易に乗り越えることができる。
- ⑤分解/組立が六角レンチのみで容易に行える。
- ⑥部品の重量は、60 Lのバックパック含め約9.6 kgであり軽量である。

## 2 研究の目的と背景

地震や河川の氾濫などによる災害後の復興作業において、ボランティアの協力が必要不可欠である。しかし、ボランティアにとって復興作業は、日常と全く異なる環境において不慣れな作業を強いられる。例えば、平成30年の台風被害によって大分県では多くの家屋が床上浸水の被害に遭った。本学からも多くの学生が家屋からの土砂搬出作業に従事したが、道具や作業に不慣れな学生は、作業に慣れるために多くの時間を要した。人間工学に基づいた復興作業支援機器の開発により、復興作業の最適化を図ることが重要と考える。

## 3 研究内容

人間工学に基づく泥かき運搬車の開発

<http://abe-isao-1125.mystrikingly.com>

### 3.1 泥かき運搬車の開発目標の設定

本研究は人間工学に基づいた泥かき運搬車を開発することである。具体的な開発目標を下記(1)～(5)に示す。

- (1)脚力を利用した疲れにくい泥かきを実現する。具体的には上肢の最大筋力を50%低減する。
- (2)運搬用一輪車に不慣れなボランティアでも簡単に操作できる安定感を実現する。具体的には作業時間を50%低減する。
- (3)家屋内でも小回りの利くサイズとする。具体的には最小通路幅を500 mmとする。
- (4)不整地での踏破性を考慮したノーパンクタイヤを使用する。具体的には最大段差を

200 mmとする。

(5)泥を後部に排出し、土嚢袋への詰込みを支援する。具体的には作業時間を50%低減する。

(6)分解してコンパクトに持ち運び、収納ができる。具体的には60 L程度のバックパックに収納可能とする。

まず、上述の開発目標(2)～(6)を解決する泥運搬車の開発を目指す。

### 3. 2 泥運搬車に使用する部品の調査

#### 3. 2. 1 開発目標(4)の調査

使用できそうなタイヤを調査した。調査結果を表1に示す。

表1. タイヤの調査結果

タイヤの種類	外形	メーカー	型式
空気タイヤ	φ 170 mm	ヨドノ	HC61/2X2-4
ゴム車輪	φ 150 mm	ヨドノ	SA150
ノーパンクタイヤ	φ 170 mm	ヨドノ	AL61/2X2-4
	φ 350 mm	昭和物産	—

#### 3. 2. 2 開発目標(6)の調査

使用できそうなバックパックを調査した。調査結果を表2に示す。

表2. バックパックの調査結果

容量	入口サイズ	メーカー	型式
60 L	54 × 10 cm	UMINEKO	UM-FB-04
80 L	43 × 30 cm	Coleman	2000027158

#### 3. 2. 3 土のう袋の調査

土のう袋の許容重量は、20 kgが主流である。また、サイズは480 × 600 mmでほぼ統一されている。よって、台車の耐荷重は最低30 kgとする。

### 3. 3 開発する泥運搬車の構想

泥運搬車の設計方針を下記(i)～(vi)とする。

(i)泥運搬車の部品全てを60 L、もしくは80 Lのバックパックに入れる。

(ii)土のう袋を台車に設置する。

(iii)横斜面にも横転しにくい構造とする。

(iv)200 mmの段差を乗り越えることができる。

(v)分解組み立てが容易である。

(vi)重量は10 kg以下とする。

泥運搬車の構想を図1に示す。ハンドルに土のう袋固定部品を取り付け、土のう袋を固定する。ハンドルは、土のう袋に泥を入れる時に、入れやすい角度に変更できる構造とする。

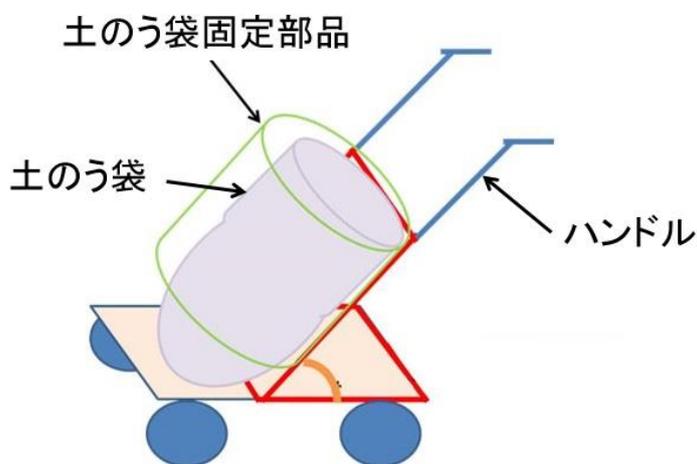


図1. 泥運搬車の構想

### 3. 4 泥の挿入時における土のう袋の最適角度の調査

土のう袋に泥を入れやすい角度の調査を行った。土のう袋の角度を $30^{\circ}$ 、 $45^{\circ}$ 、 $60^{\circ}$  および $75^{\circ}$  とし実験を行った。被験者は男性4名、女性3名の計7名とした。各角度において被験者に15秒間泥を袋に入れてもらい、泥の重さを測定した。

測定結果を表3に示す。表3より、角度 $45^{\circ}$ 、および $60^{\circ}$  の泥の量が多い。よって、土のう袋の角度を $45^{\circ}$ 、および $60^{\circ}$  と調整できるように運搬車のハンドルを設計する。

表3. 土のう袋の角度における泥の重量 [kg]

被験者	角度 [°]			
	30	45	60	75
A	16	22	19	18.5
B	16	13.5	19.5	13
C	17	17.5	16.5	18
D	20	23.5	21	21
E	17.5	17	18.5	14.5
F	15	11.5	8.5	9.5
G	10	15	11.5	12
中央値	16	17	18.5	14.5

### 3. 5 泥運搬車の設計

泥運搬車の基本構造を図2に示す。土のう袋は土のう袋固定部品に取り付ける。ハンドル

は取り外し可能であり、泥の運搬時に取り付け、泥の挿入時は取り外す。泥の挿入時に取り外したハンドルは、運搬車が移動しないための固定具として使用することができる。ハンドルの角度は、角度調整ピンの位置を変更することで45°、および60°に変更できる。

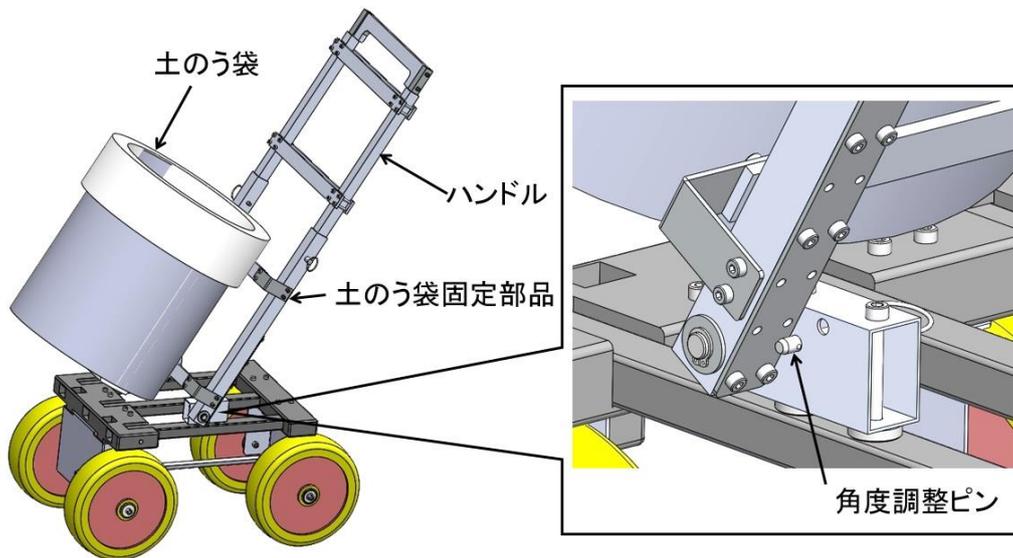


図2. 泥運搬車の基本構造

### 3. 6 角度調整ピン部の強度解析

角度調整ピンの部分の部品が破損しないか強度解析を行った。解析は、有限要素解析ソフトANSYS ver18.0(アンシス・ジャパン(株))を用いて行った。材質はハンドルの土台、および角度調整の土台をアルミニウムとし、補強プレート、および角度調整ピンをステンレスとした(図3)。運搬車のハンドルを取り外した状態で、土のう袋のハンドルの土台の上端から50 mmに60 kg (600 N)の力が加わった状況を想定した(図4)。

解析の結果、角度調整ピン、および角度調整の土台における最大応力は約177.6 Nであり、部品材料の安全率は3.41だった(図5)。よって、この形状で部品製作を行う。

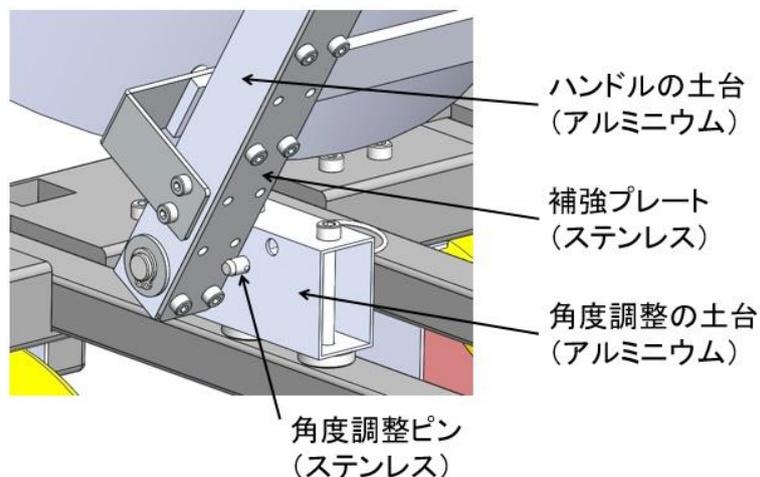


図3. 角度調整ピン部の材質

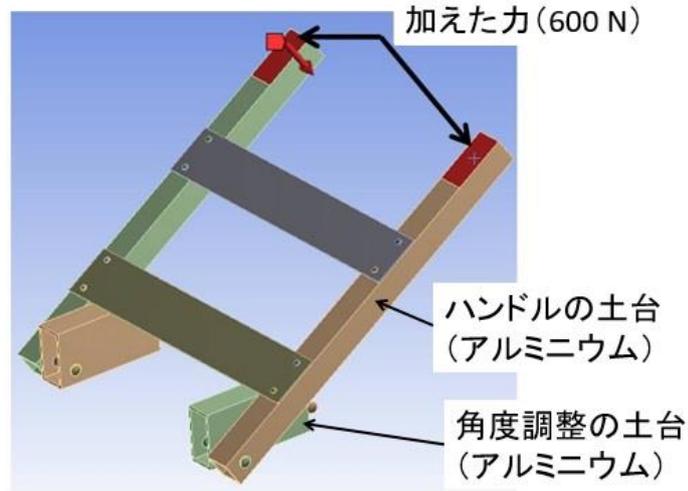


図4. 角度調整ピン部の強度解析

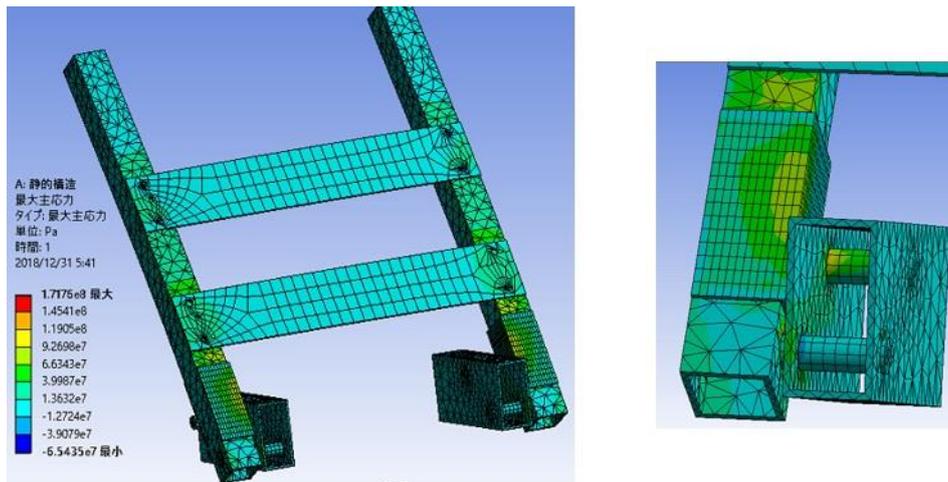


図5. 解析の結果

### 3.7 開発した泥運搬車

開発した泥運搬車を図6に示す。泥運搬時はハンドルを取り付け、泥挿入時はハンドルを外すことができる。部品を分解し、60 Lのバックパックに入れた状態を図7に示す。泥運搬車の重量は、バックパックを含め約9.6 kgだった。

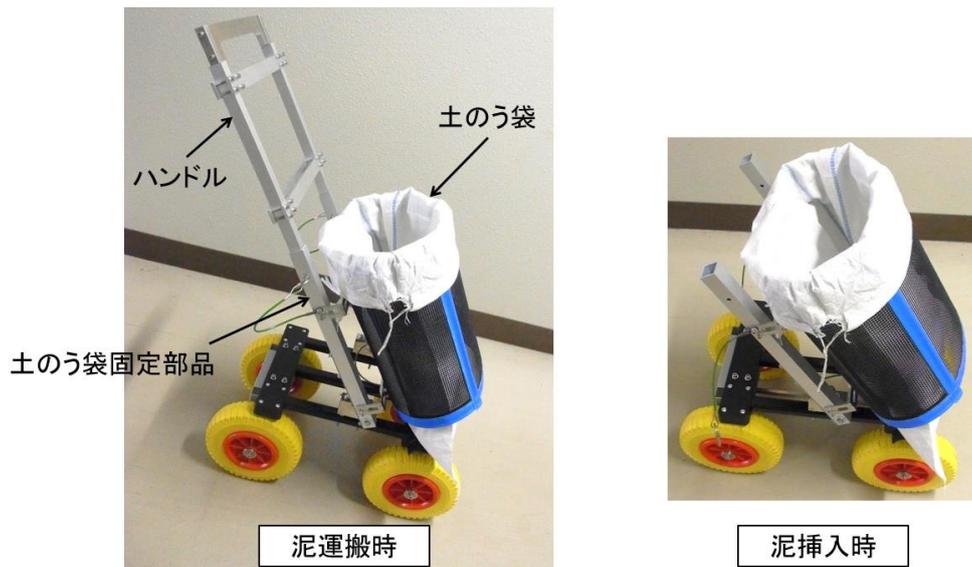


図6. 泥運搬車



図7. 部品持ち運び時

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本事業で開発した人間工学に基づく泥運搬車は重量が約9.6 kgとなっており、部品を分解すれば60 Lのバックパックに収納できる。この特徴によって、被災地へ容易に持っていくことができる。また、一般的な土のう袋を運搬車に搭載することができ、家屋内の泥を早急に運び出すことが可能である。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

「人間工学に基づく泥かき運搬車の開発」において、泥運搬車を開発するという重要な部分を実施することができた。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等  
該当なし.

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの  
泥運搬車



(2)(1)以外で当事業において作成したもの  
該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 大分大学 工学部 技術部  
(オオイトダイガク コウガクブ ギジュツブ)

住 所: 〒870-1192(半角)  
大分県大分市旦野原700番地

担 当 者: 技術職員 阿部 功(アベ イサオ)

担 当 部 署: 技術部(ギジュツブ)

E - m a i l: [abe-isao@oita-u.ac.jp](mailto:abe-isao@oita-u.ac.jp)

U R L: <http://abe-isao-1125.strikingly.com/>